

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-029142

(43)Date of publication of application : 31.01.1995

(51)Int.Cl.

G11B 5/66

G11B 5/02

G11B 5/85

(21)Application number : 05-168861

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 08.07.1993

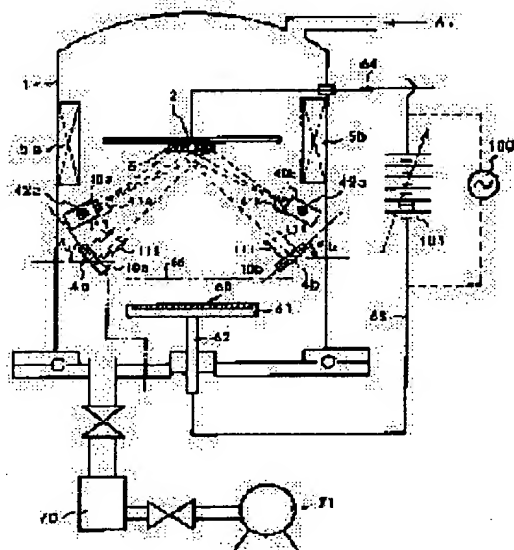
(72)Inventor : CHIBA KATSUYOSHI  
SHIROISHI YOSHIHIRO  
HOSOE YUZURU  
ISHIKAWA AKIRA  
SUGINO KENZO

## (54) THIN-FILM MAGNETIC RECORDING MEDIUM AND ITS MANUFACTURE AND MEMORY DEVICE

## (57)Abstract:

**PURPOSE:** To attain specific high density by turning particles into a highly orientated and highly dispersed state via a physically evaporating ambience through an interaction between the wave energy from a wave driving body such as sound waves or the like and a light, etc., when a magnetic thin film is to be formed on a substrate in vacuum.

**CONSTITUTION:** A supporting stage 2 of ceramic, Teflon, etc., is set in a vacuum box 1 of a sputtering apparatus. There are arranged wave driving bodies 4a, 4b so that particles physically evaporated on a, e.g. 3.5-inch aluminum non-magnetic substrate 3 having an NiP undercoating layer are transmitted onto the supporting stage 2 with accompanying the wave energy of sound waves and ultrasonic waves, and moreover, red semiconductor lasers 40a, 40b of a specific wavelength are provided. The wave energy from the wave driving bodies 4a, 4b is allowed to interact with the light or laser, whereby the particles are turned into a highly orientated and highly dispersed state through the physically evaporating ambience. Accordingly, recording with high density not smaller than 900Mb/in<sup>2</sup> or so is achieved.



BEST AVAILABLE COPY

## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-29142

(43) 公開日 平成7年(1995)1月31日

(51) Int.Cl. <sup>8</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 1 1 B	5/66	9196-5D		
	5/02	U 7426-5D		
	5/85	A 7303-5D		

審査請求 未請求 請求項の数11 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平5-168861

(22) 出願日 平成5年(1993)7月8日

(71) 出願人 000005108  
株式会社日立製作所  
東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地  
(72) 発明者 千葉 克義  
東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地  
株式会社日立製作所中央研究所内  
(72) 発明者 城石 芳博  
東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地  
株式会社日立製作所中央研究所内  
(72) 発明者 細江 譲  
東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地  
株式会社日立製作所中央研究所内  
(74) 代理人 弁理士 小川 勝男

最終頁に続く

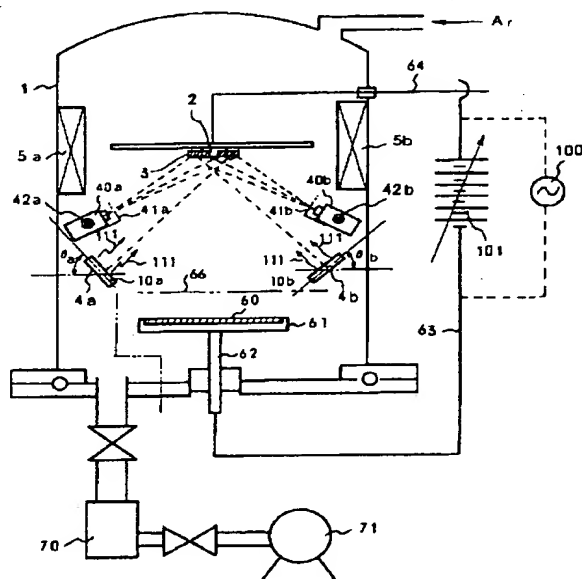
(54) 【発明の名称】 薄膜磁気記録媒体及びその製造方法と記憶装置

(57) 【要約】

【目的】  $900\text{ Mb/in}^2$  程度以上の高密度記録が可能な薄膜磁気記録媒体及び装置または半導体プロセス及び部品及び処理方法またはメモリを提供する。

【構成】 真空中で基板3上に直接または下地層を介して磁性薄膜を形成する場合に、下地層および磁性薄膜の少なくとも一方を形成する際に、音波望ましくは超音波の波動駆動体4a、4bから縦波、横波、干渉波の波動エネルギーと光、望ましくはレーザとを相互作用させ、さらに物理蒸発中雰囲気を経して基板に印加して粒子の高配向化高分散化を行わせる。

図 1



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】非磁性の基板上に、直接もしくは少なくとも一層の中間層を介して形成された少なくとも一層の磁性層を含む薄膜磁気記録媒体において、媒体表面の中心線平均面粗さが3 nm以下0.2 nm以上であり、周方向の特性ばらつきが7%以下であることを特徴とする薄膜磁気記録媒体。

【請求項2】中間層および／または磁性層を含む際の物理蒸発に際し、音波もしくは超音波もしくはマイクロ波と電磁波を含んで薄膜形成することを特徴とする薄膜磁気記録媒体の製造方法。

【請求項3】請求項2において、薄膜形成時の音波、超音波、レーザを正弦波もしくはパルス波とする薄膜磁気記録媒体の製造方法。

【請求項4】基板上に薄膜形成する際に、音波とレーザとを重畳させた表面処理を施すことを特徴とする薄膜磁気記録媒体の製造方法。

【請求項5】音波もしくは超音波を薄膜形成後の不用粒子の吸着防止制御用に、レーザを薄膜の表面処理に利用したことを特徴とする薄膜磁気記録媒体の製造方法。

【請求項6】薄膜形成時に音波とレーザとを交互に印加することを特徴とする薄膜磁気記録媒体の製造方法。

【請求項7】物理蒸発に電子ビームもしくはイオンビームを用いることを特徴とする薄膜磁気記録媒体の製造方法。

【請求項8】請求項1において、前記非磁性基板の中心線平均面粗さが1.55 nm以下、0.05 nm以上である薄膜磁気記録媒体。

【請求項9】請求項1において、前記磁性層上に、その平均面粗さが基板の値より大きくなるように保護層を設けてなる薄膜磁気記録媒体。

【請求項10】請求項1において、前記薄膜磁気記録媒体と、磁気抵抗効果を用いた再生手段を有する磁気ヘッドからなり、面記録密度900 Mb/in<sup>2</sup>以上の磁気記憶装置。

【請求項11】請求項1、2、3、4、5、6、7、8または9において、自動車、各種電気・電子部品、半導体に転用した薄膜形成体。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、薄膜形成および種々の薄膜形成体ならびに処理体、処理方法及びメモリまたは製造方法、製造装置ならびに記憶装置及び種々の転用可能な半導体プロセス及び装置等から構成されるもので、特に、小型大容量の磁気ディスク装置、磁気テープ装置、フレキシブルディスク装置、磁気カード装置などの磁気記憶装置ならびに、これに用いる高信頼性で高密度記録可能な磁気記録媒体、さらにその製造方法、処理方法ならびに製造装置に関する。

## 【0002】

2

【従来の技術】現在商業化されている磁気記録媒体は有機バインダを使用した塗布型、すなわち、不連続媒体を有するものが主である。この不連続媒体に用いられる磁性粉は酸化物を使用し、この磁性体粒子を有機バインダで充填しているため不連続媒体として構成されている。当然、磁化の値が小さくなり、出力を得ようとする膜厚が厚くなり高密度化には適さない。

【0003】近年、磁気記録媒体の高密度化が著しく発展し、連続薄膜媒体からなる保磁力の大きい媒体が必要になった。この高密度磁気記録可能な連続薄膜媒体の成膜法は物理的方法(PVD; Physical Vapour Deposition)で行われているのが現状である。すなわち、真空蒸着、スパッタリング、イオンプレーティング、イオンビーム蒸着、イオンアシステッドデポジション等の手法で金属磁性薄膜、もしくは酸化物、窒化物磁性薄膜が形成される。特に、磁性層が磁性合金の場合すぐれた特性を有し、成膜装置としては高周波スパッタ法、RF、DCマグネトロン・スパッタ法、バイアススパッタリング法又はRFスパッタ法などが利用される。

【0004】従来例としては、特開昭59-88806号公報に、CoPtCr(Cr, 1~17%)の一層膜がある。また、米国特許第4789598号ではCoPtCr(Cr; 13~20%)一層膜が、特開平2-281414号公報ではCoPtCr(Cr; 17%)とCrの多層膜が記載されている。

【0005】いずれも、高密度磁気記録時における媒体ノイズが低くピーク・ジッタ及び媒体の信号対雑音比(SNR)が高くビット誤り率の少ない媒体および本媒体を用いた磁気記録装置を提供することを目的としている。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】従来技術において高線記録密度、高トラック密度に適した磁気記録媒体の特性については十分考慮されてはいない。すなわち、従来技術ではIEEEトランザクションズ、オン、マグネティクス22巻、579頁-581頁(1986)(IEEE Trans. on Magn. MAG-22, 579-581

(1986)や米国特許第4735840号に記載のように成膜条件によっては円周方向の磁気特性、記録再生特性が不均一になるという問題があった。

【0007】この不均一性を軽減するために従来はディスク基板の円周方向に沿って中心線平均面粗さで5 nm程度の凹凸(テクスチャ)を設けていた。ところが110 KBPI以上に高線記録密度で記録再生を行うには、ヘッドと媒体との距離(スペーシング)を0.1 μm程度以下につめることが必要で、このためには基板を極力平滑にする必要がある。ところがテクスチャ処理を施すと基板平面が粗れてしまうので、ヘッド媒体間のスペーシングを0.1 μm程度以下には安定して狭くはできないことが分かった。テクスチャ処理を施した基板ではサーボ

3

信号の品質が悪く、正確な位置決めが出来なくなり5KTPI以上の高トラック密度化が困難であった。これからしてテクスチャを小さくする、もしくは無くすとこれらの問題は回避できるが、円周方向の不均一性が一般に極めて大きくなり、高い周方向の配向性、S/Nを有し、高密度化に適した磁気ディスクを安定して供給することが困難であるという問題があった。

【0008】これは、従来の薄膜媒体製造法では、テクスチャを施さない平滑な基板上に磁気ディスクの周方向に異方性を具備せしめることが困難である。

【0009】本発明の目的は、110KBPI、5KTPI、すなわち、550Mb/in<sup>2</sup>以上、さらに900Mb/in<sup>2</sup>以上の高密度化に対応しうる、中心線平均面粗さが3nm望ましくは1.55nm以下と平滑な基板上にも、ヘッド走行方向の磁気特性が均一で、しかも媒体ノイズが小さく、記録再生特性に優れた薄膜磁気記録媒体及びその製造方法、製造装置及び本媒体を用いた磁気ディスク装置また半導体プロセス等に技術提供することにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、本発明は、磁気ヘッドの安定低浮上が可能な、表面の中心線平均面粗さが3nm以下と平滑な非磁性基板を用い、前記基板上に薄膜形成するプラズマ状、蒸気状の粒子、すなわち、スパッタ蒸発法、蒸着法もしくはイオンビームスパッタ法等による粒子に、外部から有効なエネルギーを与え得る音波、超音波の粗密波、望ましくは制御された縦波、横波を発生せしめる設備と電磁波望ましくはレーザを具備する薄膜形成装置を用い、音波、超音波、マイクロ波モード、音波・超音波・マイクロ波の重畳モード、干渉波さらには電磁波（レーザもしくはメーザ）とを利用して蒸発、スパッタ、プラズマ化された粒子（参照；レーザアブレーション法とスパッタ法、粒子線の先端的应用技術に関するシンポジウム、第3回、1992年11月、P283～）を、イオン音波法により（参照；核融合研究、第67巻第6号、1992年6月、P530～）有効に制御しかつ励起、高エネルギー化して成る薄膜形成方法および本方法による薄膜媒体及びこれを用いる。

【0011】本発明は、真空容器（槽）内で、スパッタ蒸発粒子などのプラズマ状の粒子を、直接種々の波動、振動可変の音波、粗密波など超音波のぞましくは縦波と横波との干渉波、さらにレーザもしくはメーザとを相互作用させてより有効なエネルギーを与えて励起せしめることで所望の特性の薄膜媒体を提供するものである。

【0012】本発明は、自動車部品、各種電気・電子部品、半導体装置の製造に転用でき、薄膜形成体及びその製造方法及び製造装置、ならびに処理体及び処理方法、ならびにメモリ及び記憶装置としても適用可能である。

【0013】なお、干渉波の波動モードを制御すること

4

により特に優れた特性が得られる。これは、基板上での歪すなわち格子振動（参照；電子励起が誘起する原子移動過程、平成4年、文部省科学研究会、P2～）が、薄膜成長については極めて重要な役割を果たすからである（参照；原子制御表面プロジェクト、新技術事業団・創造科学技術研究会、1992年、12月、第3部、P69～）。

【0014】すなわち、干渉波の波動モードを有する音波、超音波の印加によって、粒子を励起し、さらにレーザもしくはメーザとの相互作用を強めることで通常の製法では準安定で存在しにくい原子、イオンの結合状態をより有効に実現し、下地層ないし磁性層の配向性と共に、分散性、組成偏析を制御し、偏析状態を制御でき、粒子の大きさも均一にできる。

【0015】磁気ディスクの場合には、本方法により、高出力かつノイズが小さく、さらに周方向の磁気特性の分布が7%以下と均一な高密度記録に適した媒体を提供できることになる。特に媒体表面の中心線平均面粗さRaが3nm以下の基板に対して本発明を適用することにより、ヘッドの走行方向（ディスクの場合は周方向）の磁気特性の分布を7%と均一にできるので特に好ましい。

【0016】Raを0.2nmよりも小さくするとヘッドが媒体表面に粘着するので好ましくなく、0.2nm以上とすることが好ましい。

【0017】本媒体を用いることで、磁気ヘッドの浮上量を0.05μm以下に出来、磁気抵抗効果型ヘッドと組み合わせることで900Mb/in<sup>2</sup>以上の高密度装置が提供できる。基板の面粗さが0.1nm以上2nm以下のときに本効果は顕著である。また、さらに磁性層上に、その中心線平均面粗さが基板の値よりも大きくなるように保護層を形成することにより、CSS時の粘着、接線力の増大等をより効果的に防止できるので特に好ましい。

【0018】上記干渉波の例は図1を用いて後に詳細に説明する。さらに、成膜時に-400V程度のバイアスを印加し、10W/cm<sup>2</sup>以上で成膜する高配向プロセスとを同時に行うことにより、磁気ディスクの保磁力、角形比等の電磁気特性や均一性をさらに向上させることもできる。

【0019】さらに本発明において、プラズマ状すなわちスパッタ蒸発された粒子に音波、超音波、マイクロ波とレーザもしくはメーザとを印加する際にさらに磁場を印加し、種々の磁気異方性を得ることもできる。また非磁性基板としては、NiP等をメッキしたAl合金基板、Ti基板、ガラス、シリコン、SiC、結晶化ガラス又はセラミック基板のように少なくとも表面が高強度で、飛来する粒子の捕獲性が高く、配向、偏析制御用の波動エネルギーを有効に吸収する材質からなるものが好ましい。本方法によれば配向性、異方性、組織が制御でき

5

るので磁気ヘッド用材料、例えばMR再生素子用パーマロイ薄膜や記録用のアモルファス磁性体などにも適用することができる。なお本装置は半導体製造装置、自動車等の各種部品製造装置として使用可能である。

#### 【0020】

【作用】セラミック、結晶化ガラス、強化ガラス、カーボン、Si、SiC、Ti基板や、アルミニウム合金にNiPをメッキした基板に少なくともNb、Cr、Mo、W、CrTi等の下地層を1層介して、もしくは直接、CoCrPt、CoCrTa、CoNiCr、CoNiPt等の磁性層を少なくとも1層形成する際に、物理蒸発された種々の粒子に音波、超音波、マイクロ波、レーザー、メーザ等を空間内から印加することにより、結晶粒がより微細化すると共に分散性が高まり、結晶粒径偏析状態が均一化するため低ノイズ化に適した膜構造となる。磁性層を膜厚0.5以上1.0nm以下のCr、Mo、W、CrTi、CrSi、Nb、C、B、Ta、V等の非磁性層で少なくとも2層に分割すると著しくノイズが低減できるので特に好ましい。

【0021】さらに、通常の蒸着法、スパッタリング法によって薄膜を形成した場合に、基板の面粗さの分布、基板温度の分布や斜め入射成分の粒子の成長等により、特に基板の中心線平均面粗さRaが2nm以下と小さい場合にはディスク周方向の磁気特性は大きく変動してしまうが、本方法により音波、超音波の波動エネルギーと電磁波エネルギーとを付与せしめることで上記外乱による分布を抑制でき、さらに通常の成膜法によるエネルギー状態では存在しない物理蒸発粒子群、結合状態も存在するようになり、配向性が容易に制御でき、特性の均一化を図ることもできる。

【0022】Raが0.1nmよりも小さいとヘッドが媒体表面に粘着してしまうので好ましくない。

【0023】なお波動の状態は、音波とレーザーとを相互作用させた縦波、横波および干渉波モードの三つに大きく分けることができる。特に本発明に有効な相互干渉波モードは、音波、超音波、マイクロ波の縦波、横波など異なる波動とレーザー、メーザとの相互作用から得られるものである。

【0024】さらに音波、超音波、マイクロ波、レーザー、メーザはどのようなモードで波動させてもよい。また、薄膜形成時における本効果は物理蒸発時に於いて、印加される音波、超音波、レーザーの周波数、位相及び振幅が等しく、かつ周波数が基板の振動（厳密には膜を含めたもの）の整数倍に一致する場合に顕著であるが異なっても良い。

【0025】また波形は通常サイン波が好ましいが、パルス波でも可能である。例えば直径5.25インチ、厚さ2mmのアルミニウムにNiPの下地層を設けた基板とするときは、約35kHz又はその整数倍の周波数、7Wの超音波と670nm、1Wのレーザーとで空間内に伝

6

播させればよい。同様に、例えば3.5インチ、厚さ1.2mmの場合には約52kHz、5Wの超音波と0.5Wのレーザーが望ましい。また、成膜中にディスクを回転させるとより効果がある。

【0026】図1に本発明の薄膜形成装置の実施例の断面図を示す。対の波動駆動体4a、4b及び対の半導体レーザー40a、40bが設置（特殊補強体付）されており、音波、超音波の周波数を共に一致せしめても良いし、レーザーは可視光でもよい。また僅かにずらして音波、超音波の干渉波モードを発生せしめて、さらにレーザーとの相互干渉をさせても良い。

【0027】ここで、いずれの方法でも磁性面の表面は平滑であった。また、音波、超音波、マイクロ波及びレーザーもしくはメーザと同時に磁石からの磁界を作用させることにより両者の相互作用により、基板上的金属磁性粒子の磁気異方性の向きを望ましい方向にさらに整列させることもできるので特に望ましい。

【0028】また、装置の仕様から要求される記録再生特性の仕様に応じ、上記モードを使い分けることが望ましい。すなわち、再生出力が特に要求される場合には、周方向の配向性に優れたより完全性の高い結晶が成長される、超音波、もしくはマイクロ波の両駆動体の同相モード（縦波または横波）に同位相のレーザー、もしくはメーザを重畳させる。特に著しい低ノイズ性が要求される場合には偏析状態を促進し、均一で微細な結晶粒を成長させることができる干渉波モードすなわちモード、位相を異にする。両者の平均的特性が要求される場合には干渉波モード（音波、超音波、マイクロ波）の一方を0.001~20kHzの音波、他方を25~500kHz超音波とする重畳波動とレーザー、メーザとの相互作用することが望ましい。

【0029】以上のように本発明により成る媒体は、基板の中心線平均面粗さを2nm以下としても配向性、組織を制御できるため磁気特性の均一性に優れ、低ノイズとすることができる。特にこのように平滑な表面上に磁性層を形成するとディスクからの信号が、トラック幅の1/10程度の単位（0.5μm以下）で評価しても充分均一であり、サーボ信号の品質が従来ディスクに比べて2倍以上改善されるので特に好ましい。なお、基板の面粗さを0.1nmよりも小さくすると、製造コストが極めて高くなると共にヘッドが媒体に粘着し易くなるので好ましくない。基板はテクスチャ処理を施してあってもなくても良いがテクスチャ処理が施していない方がサーボ信号の品質が高いのでより好ましく、本効果がより顕著である。

【0030】本媒体は低ノイズで特性の均一性に優れるため、特に再生感度の高い磁気抵抗効果型ヘッドと組み合わせることで、6KTPI以上、150KBPI以上の高密度で高いS/Nが実現でき、900Mb/in<sup>2</sup>以上の高密度磁気ディスク装置が提供できる。ここで、磁性面の

7

表面に、その平均面粗さ(Ra)が基板の値よりも大きくなるような保護膜を設けることで、CSS時の粘着力、接線力の増大を抑制でき、信頼性も格段に改善できる。これは、面粗さを大きくすることで空気中の水分等がヘッドと媒体間で凝集するのを妨げるためである。本媒体を保護膜を一旦設けた後、マスクを用いて数%程度の面積で凸起部を残したり、保護膜形成中に異相を成長させることなどで達成できる。面粗さとしては、最大突起高さRpの値で25nm以下、より望ましくは20nm以下とすることで、見かけのヘッド媒体間スペーシングを低減でき、900Mb/in<sup>2</sup>以上の高記録密度化を達成できる。

【0031】上記の技術を自動車、各種電気・電子部品、半導体に転用すれば、従来にない高信頼、高性能の薄膜形成体及びその製造方法及び製造装置、ならびに処理体及び処理方法、ならびにメモリ及び記憶装置が提供できることは明らかである。

#### 【0032】

##### 【実施例】

(実施例1) 本発明の磁気ディスクの断面図及び製造装置の一例の概略断面図を図3及び図1に示す。図3で、3はガラス、カーボン、Si、Ti、SiC、NiPメッキAl合金、セラミック等の非磁性基板である。51はCr、Mo、W、CrTi、Nb、Cr-W、Cr-Mo、Cr-Si等の少なくとも1層の薄膜からなる非磁性下地層、52はCoCrTa、CoCrPt、CoNiPt、CoNiCr等の単層もしくは非磁性中間層を有する多層磁性層、53はB、C、i-C、B<sub>4</sub>C、ZrO<sub>2</sub>、SiO<sub>2</sub>、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>等の保護層である。なお保護膜表面に極性、吸着性、反応性等の末端基を有するパーフルオロアルキルポリエーテル等の潤滑剤54が形成されていてもよい。本ディスクの形成方法についてさらに詳しく述べる。スパッタ装置真空箱1内にセラミック、テフロン等の材料からなる支持台2が配置される。この支持台2の上にNiPの下地層を有した3.5インチのアルミニウム非磁性基板等の基板3が取り付けられ、この非磁性基板3に物理蒸発された粒子が音波、超音波の波動エネルギーを伴って伝わるように波動駆動体4a、4bとさらに670nm、0.5Wの赤色半導体レーザ40a、40bが設置される。基板の表面粗さRaは3nmであり、成膜時基板温度を250℃とした。さらに、\*

8

\*磁場を印加するための磁石5a、5b(電磁石もしくは永久磁石)は目的に応じて配置する。

【0033】なお、図1の波動駆動体4a、4bは円環状である。また、同図において、一方を0.001~20kHzの音波、他方を25~500kHzの超音波(いずれも3~7W)とした重畳モードを示したが、当然その他の可変モードも有効である。また、外部から高エネルギーのレーザすなわち波長193nmのArFエキシマレーザ望ましくはパルス波等も加えることもできる。さらに、装置内の蒸発源は、CrSi、Nb、Cr-W、Cr-Mo、Cr、CrTi、Mo、W等の非磁性下地層もしくは中間層用ターゲット、FeCoNiCr、CoCrTa、CoCrPt、CoNiCr等の磁性材ターゲット;C、B、B<sub>4</sub>C、WC等の保護膜用ターゲットが設置されている(図では磁性ターゲットのみ示す)。

【0034】本装置を用い、2.5"φ、Ra1.2nmのカーボン基板上に、各波動モードでCr下地層をArガス圧3mTorr、15W/cm<sup>2</sup>で50nm、CoCr<sub>0.16</sub>Pt0.4磁性層を20nm、C保護層を15nm、DCマグネトロンスパッタリング法で形成し、真空層からディスクを取り出して最後に吸着性の極性基を有するパーフルオロアルキルポリエーテルを5nm形成した。各ディスクを、ギャップ長0.25μm、トラック幅2.5μmの薄膜ヘッドを記録部とし、パーマロイを磁極とする磁気抵抗効果素子を再生部とする録再分離型ヘッドで、浮上量0.07μmで900Mb/in<sup>2</sup>の条件で記録再生した時の特性を表1に示す。

【0035】すなわち、スパッタ蒸発時の粒子へのレーザと波動エネルギーを伴う本発明のディスク製造方法は、いずれもS/Nが高く、出力変動も7%以下と小さいことが分かる。干渉波の適合に最も高いS/Nが得られるが、いずれもS/Nは4以上であり、900Mb/in<sup>2</sup>と高い面記録密度で装置が8-9変換、PRMLを用い10<sup>-9</sup>のエラーレートで動作した。

【0036】なお、カーボン保護層をマスクを用いて4nmエッチングし、5μmφの凸起部と面積比で4%設けたものは媒体表面のRaが2.3nmであり、特にCS10K回後の接線力がほとんど認められなかった。

#### 【0037】

##### 【表1】

表 1

	波動モード	+	レーザ	S/N	出力変動
実施例 A	縦波	+	レーザ	4.3	1.5%
B	横波	+	レーザ	4.1	2.2%
C	干渉波	+	レーザ	5.5	6.5%
比較例 D	なし			2.2	17%

9

【0038】(実施例2) 基板に1.3"  $\phi$  のカーボン基板を用い、非磁性保護層を-400Vのバイアスを印加して成膜した平均膜厚25nmの(WNb)Nとした以外は実施例1と同じ条件で磁気ディスクを形成した。保護層成膜時も波動を印加せしめることで、高さ6nmの主成分NbNの凸起が成長し、ディスクの面粗さは $R_p$ で11nmとなった。本ディスクA~Cと比較例Dのディスクの10k回後のCSS後の接線力を比べたところ、Dでは接線力が2.7g増加したのに対し、本実施例A~Cでは接線力の増大は全く認められず、極めて良好な耐摺動性を示した。磁気特性、記録再生特性についても実施例と同様の良好な特性を示した。

【0039】(実施例3) 基板をポリイミド、PET等の3.5"  $\phi$  有機フィルムとした以外は同じ条件でフロッピーディスク状の媒体は、縦波+レーザ、横波+レーザ、干渉波+レーザのいずれのモードで形成した場合も表1と同様の優れた特性が得られた。テープ状の媒体には、縦波の波動モードとレーザの相互作用で成膜した時に出力変動が1.7%と最も少なく、干渉波で6.6%、横波で7%であった。S/Nについては、900Mb/in<sup>2</sup>の条件でいずれも4以上であった。

【0040】(実施例4) 基板の両側にターゲットを有するDCマグネトロン・スパッタリング装置で、面粗さ $R_a$ が0.1, 1, 1.5, 2, 3, 5, 7, 10nmの外径2.5"  $\phi$  NiPメッキAl合金ディスク基板に、基板温度300℃、Arガス圧1mTorr、投入電力密度10W/cm<sup>2</sup>で膜厚100nmのCr<sub>0.9</sub>Ti<sub>0.1</sub>合金非磁性下地層、膜厚30nmのCo<sub>0.82</sub>Cr<sub>0.14</sub>Pt<sub>0.04</sub>磁性層、膜厚25nmの(W<sub>0.8</sub>-Mo<sub>0.2</sub>)<sub>0.3</sub>Co<sub>0.7</sub>保護膜をそれぞれ本発明の波動駆動体(75kHz, 10W)より縦波モードに670nm, 1Wの半導体レーザを相互作用させて逐次形成した。最後に、極性基を有するパーフルオロアルキルポリエーテルを5nm形成して磁気ディスクとした。

【0041】また、図4に実施例1と同条件で評価した場合の出力変動(%)と面粗さ $R_a$ (nm)との関係を示す。波動エネルギーのない比較例(J曲線)、波動エネルギーのある場合(H曲線)に比べていずれの中心線平均面粗さでも7%以下の出力変動が得られている(本発明法R曲線すなわち音波の波動エネルギーとレーザとの相互作用)。本効果は、特に $R_a$ が1.7nm以下の時に顕著である。

【0042】(実施例5) 実施例1と同様により有効な両面同時連続薄膜媒体を得る他の方法として、図2には本発明の別のスパッタリング方法による成膜装置ならびに成膜方法の概略図を示す。すなわち、Arイオンを放電によりプラズマ化し、ターゲット60のスパッタリングを行うが、ターゲットからのスパッタリング原子、分子、イオン等の粒子に音波、超音波、マイクロ波の波動エネルギーとレーザもしくはメーザとを与えることでエネ

10

ルギ励起、均一化、高配向化さらには有効な歪と表面処理させながら基板に付着させるものである。なお、音波、超音波、マイクロ波の波動エネルギーとレーザもしくはメーザとを交互に印加しても同じであった。

【0043】ここで、ターゲット材60としてはFeCoNiCrや、コバルト基合金からなるものを用いることができる。強磁性金属薄膜層を記録層とする磁気記録媒体としては、配向性が高く磁気特性に優れたものを得るため、強磁性材の入射方向を基体に対して斜め方向にすると良い。このことを考慮して得られるものが、特に、図2に示す波動駆動体を傾斜( $\theta_a$ ,  $\theta_b=1.5^\circ$ ;  $4a'$ ,  $4b'$ )させた縦波(矢印111)であり、さらに、レーザもしくはメーザとの相互作用を加えることが本発明の別の特徴とするところである。すなわち、基板3の垂直法と波動エネルギーとの相乗効果(条件設定)より連続薄膜媒体のより高配向化、高密度化(微粒子の緻密性)、高S/N化(微粒子の均一な配向性)さらには高信頼化が期待できるものである。

【0044】なお、ベルジャ1内に傾斜駆動支持具10a, 10bに波動駆動体4a, 4a', 4b, 4b'(音波、超音波)と支持具42a, 42bに特殊補強体付半導体レーザ等40a, 40b、さらに、粒子飛散防止用の透明石英カバー41a, 41bが取り付けられている。膜厚の均一性を確保するために基板は成膜中回転しておくことが望ましい。この際、基板の前にマスク66(窓)を設けても良い。また、電極部61にはターゲット材60が設置され、これはさらにプラズマ発生用電源(RF用100, 高圧DC用101)と支持金具62, リード線63, 64, および電極平板65等とによって回路構成されている。なお、図の音波、超音波、マイクロ波駆動用およびレーザ、メーザ用電源、回路構成は外部で制御され、真空保持用の71はロータリーポンプ、70はクライオポンプである。これらはターボポンプでも良い。

【0045】なお、エネルギー起用音波としては生産に優れた1GHz以上の極超音波(マイクロ波超音波)やマグネトロン型と光望ましくはレーザ、メーザとの相互作用が特に好ましく、また、ターゲットの代わりに電子ビーム、イオンビーム法などによる蒸着源を用い、蒸着法で成膜することも可能である。

【0046】以下さらに詳細に本実施例について説明する。成膜条件は実施例4と同じにし、面粗さ2nmのNiPを10 $\mu$ mメッキした外径5.25"  $\phi$  のAl合金基板を50rpmで回転(図示せず)し波動エネルギーを与えながら、膜厚35nmをCoNiPtCrを共に(超音波とレーザ)傾斜角 $\theta=45^\circ$ 平均入射角 $50^\circ$ で形成し、さらに同条件で膜厚25nmのWC保護を形成した。最後に、7nmのアミン系有機物潤滑剤を形成して磁気ディスクとした。

【0047】本ディスクを実施例1と同じ条件で評価し

11

たところ、S/Nで4.3、出力変動で3.8%であった。

【0048】(実施例6) 実施例1～4記載の磁気ディスク81と磁気抵抗効果を用いた再生部を有する記録再生分離型の磁気ヘッド83を、図5.(a), (b)に示す磁気ディスク装置90に組み込んだ。本媒体により位置決めが高精度で行え、さらにスペーシングを $0.05\mu\text{m}$ とできたことで $900\text{Mb/in}^2$ の高い記録密度で動作する磁気ディスク装置が提供できた。なお、82は高速回転 $7000\text{rpm}$ のための駆動部、84は高精度位置決めのためのヘッド駆動部、85はPRML方式による高度復号信号処理回路処理系を示す。

【0049】(実施例7) 図6に、生産性に優れたEB法(Electron Beam)による本発明の方法の実施例の主要概略断面図を示す。本方法では特に、低エネルギーから高エネルギーの電子線 $200a$ ,  $200b$ を利用することが出来るのが特徴である。すなわち、図に示す電子銃 $201a$ ,  $201b$ による電子線(電子ビーム)を利用してボード(受皿) $202a$ ,  $202b$ の中の磁性合金 $203a$ ,  $203b$ を蒸発させる。この蒸発された粒子に、  
20 空間内に設置する波動駆動体 $4a$ ,  $4b$ から音波、超音波の波動エネルギーとさらにレーザ $40a$ ,  $40b$ とを付与せしめ、これらの相互作用で得られる高エネルギー励起状態の粒子により回転( $70\text{rpm}$ )する $3.5$ インチ基板3上にさらに有効な歪すなわち格子振動を与えながら高配向、高分散状態で蒸着される。

【0050】ここでの製造法、条件は前記の実施例とは同様であるが、特に、成膜の真空度は $10^{-6}\sim 10^{-9}\text{Torr}$ で行った。また、本方式においては回転する基板3は真空槽内に設けた別の空洞から連続的に供給される(周知であるので図示せず)。なお、可視光レーザ $0.1\text{W}\sim 10\text{W}$ に於いて音波、超音波の波動エネルギー(出力)はいずれも $1\text{W}$ 以上としたが望ましくは $7\text{W}\sim 155\text{W}$ が良い。さらに、また、成膜条件において、波動エネルギーの周波数 $57\text{kHz}$ ,  $15\text{W}$ の場合は真空圧 $10^{-6}\sim 10^{-9}\text{Torr}$ で充分効果が得られたが、この超音 \*

12

\*波の波動エネルギーを高めた場合すなわち、周波数 $57\text{kHz}$ ,  $35\text{W}$ の場合、レーザとの相互作用に於いて真空圧 $10^{-3}\sim 10^{-5}\text{Torr}$ でも充分な効果が得られた。なお、真空圧 $10\text{Torr}\sim 10^{-6}\text{Torr}$ の範囲内でさらにイオン(Ar, B, P, S, N, 他)印加しても、同様に良い結果が得られた。

【0051】(実施例8) 実施例5と同様に、自動車のバンパ, LSI, 配線, 加工用ドリル刃, テープなどを作成したところ、従来以上の高信頼性が得られた。

【0052】

【発明の効果】本発明により、特性が均一でノイズ特性に優れ、さらに、ヘッドと媒体との間隔(スペーシング)を $0.05\mu\text{m}$ 以下に小さくした場合にも安定してヘッドが浮上し高い耐摺動特性を有し、さらに高トラック密度でも高いサーボ信号が得られる薄膜磁気記録媒体を製造、提供できるので、 $900\text{Mb/in}^2$ の高い記録密度でも動作する磁気記憶装置が提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例の製造装置の系統図。

【図2】本発明の第二実施例の製造装置の系統図。

【図3】本発明より成る磁気記録媒体の断面図。

【図4】本発明の媒体の特性図。

【図5】本発明の磁気記憶装置の説明図。

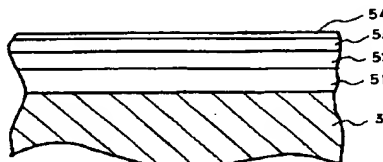
【図6】本発明の第三実施例の部分説明図。

【符号の説明】

1…スパッタ装置真空箱、2, 2'…支持台、3…基板、 $4a$ ,  $4a'$ ,  $4b$ ,  $4b'$ …波動駆動体、 $5a$ ,  $5b$ …磁石(電磁石)、 $10a$ ,  $10b$ …傾斜駆動支持具、 $40a$ ,  $40b$ …光、レーザ(半導体レーザ)、 $41a$ ,  $41b$ …透明石英カバー(粒子飛散防止用)、 $42a$ ,  $42b$ …支持具(レーザ用)、60…ターゲット材、61…電極部、62…支持金具、63, 64…リード線、65…電極平面板、66…マスク、70…クライオポンプ(または拡散ポンプ)、71…ロータリーポンプ、100…RF電源、101…高圧DC電源。

【図3】

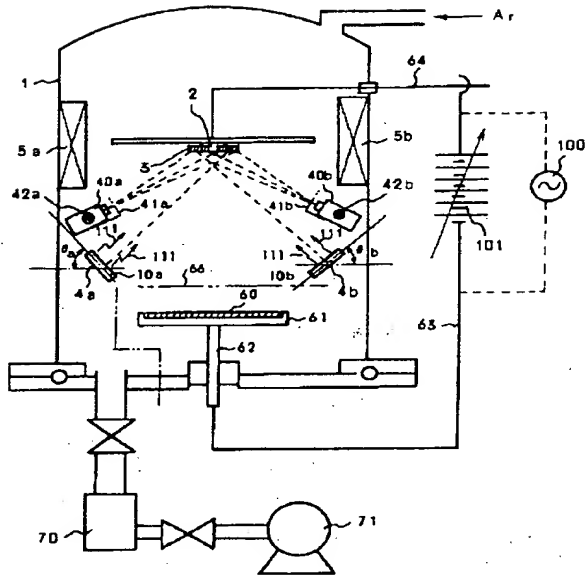
図 3





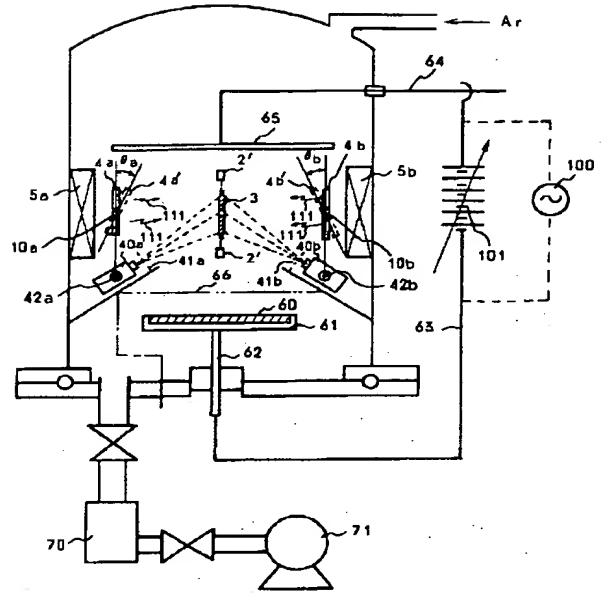
【図 1】

図 1



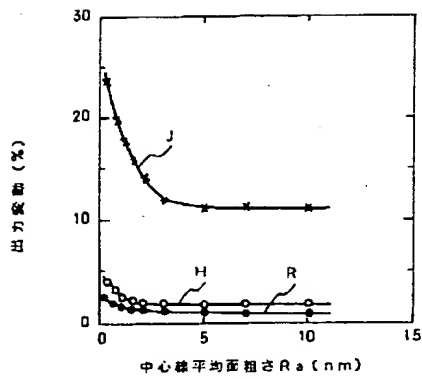
【図 2】

図 2



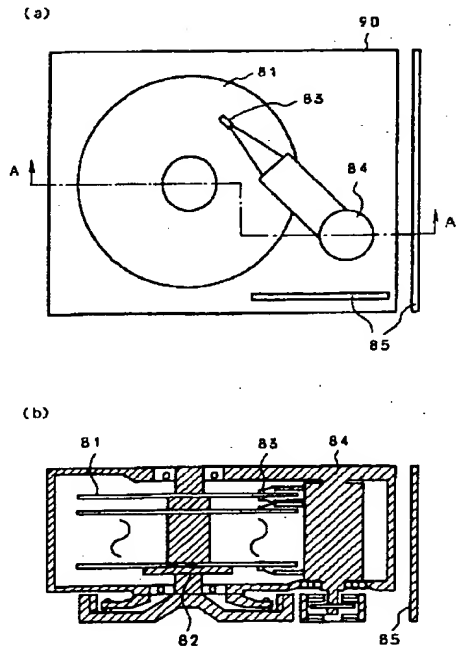
【図 4】

図 4



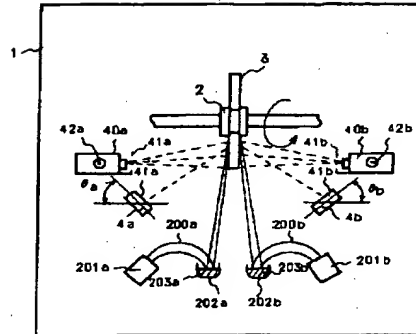
【図 5】

図 5



【図6】

図6



フロントページの続き

(72)発明者 石川 晃  
東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地  
株式会社日立製作所中央研究所内

(72)発明者 杉野 建三  
東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地  
株式会社日立製作所中央研究所内

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**